

SIGNIFIKANSI ADAPTIF EKOLOGI *Littoraria scabra* (GASTROPODA : LITTORINIDAE), UNTUK SURVIVAL DI LINGKUNGAN MANGROVE TOMBARIRI YANG EKSTRIM

(*The Ecological Adaptive Significance Of Littoraria scabra For Their Survivorship In Extreme Mangrove Environment Of Tombariri*)

Jans Djoike Lalita, Jety K. Rangan

Faculty of Marine Science, Sam Ratulangi University, Kampus Unsrat Bahu, Manado 95115. Fax. (0431)868027. Present Address:e-mail : jans.lalita@gmail.com

ABSTRACT

This research was found the ecological adaptive significance for their survivorship in mangrove microhabitat was as follow resting place, avoiding high tide, finding food, lying larvae, avoid sunshine, and hiding from predators. Significance of clumped distribution was taken to reduce drying stress, temperature, fallen from substrate against wave strikes, feeding and reproduction activity, suitable habitat. Significance of population abundance to balance strong predation and response to pressure of nature selection for their survivorship.

Key Words : *Littoraria scabra*, significance, ecology, survival, and mangrove

ABSTRAK

(Penelitian ini menemukan bahwa signifikansi ekologi *Littoraria scabra* untuk survival di mikrohabitat mangrove Tombariri yang ekstrim adalah sebagai berikut berfungsi sebagai tempat istirahat, menghindari perendaman air, mencari makanan, meletakkan larva, menghindari cahaya dan bersembunyi dari predator-predator. Signifikansi *L. scabra* distribusi spasial mengelompok untuk mereduksi stres kekeringan, suhu, terlepas di substrat akibat gelombang, aktivitas makan, reproduksi, kecocokan habitat. Signifikansi distribusi mengelompok dengan populasi tinggi untuk mengimbangi kuatnya predasi serta merespons tekanan seleksi alam yang kuat demi kelangsungan hidupnya)

(**Kata Kunci :** *Littoraria scabra*, signifikansi, ekologi, survival dan mangrove)

PENDAHULUAN

Peranan *Littoraria spp* termasuk *Littoraria scabra* yang berperan ekologis signifikan adaptif di mangrove (Cantera *et al.*, 1983; Reid, 1986; Lalita, 1996, 1997; Christensen, 1998; Jensen, 2000; Lee, 2001; Alfaro, 2007; Reid *et al.*, 1996.), sebagai berikut : (1) peran ekologis mengendalikan species gastropoda yang hidup pada vegetasi

mangrove oleh dominasinya; (2) peran mengontrol flora mikroalga yang hidup melekat pada pohon mangrove; (3) peran penting dalam dinamika jaringan makanan dan mendukung kehidupan pada rantai makanan selanjutnya; (4) peran herbivora generalis yang makanan bergantung pada ketersediaan makanan pada inangnya mangrove (5) peran *opportunistic feeders* makan pada

permukaan inang mangrove secara nonselektif, makan *epiphyte* berupa lumut, fungi, cyanobacteria termasuk lapisan epidermis akar, batang, daun mangrove, lumpur yang melekat, hancuran kecil, diatom pada permukaan mangrove; dan (7) peran bioindikator keanekaragaman *Littoraria* spp yang tinggi menggambarkan mangrove yang baik.

Reid (1984, 1985) menyatakan bahwa pengamatan habitat mangrove dan pola zonasi dari *Littoraria* spp jelas species ini menunjukkan pola vertikal dan distribusi horizontal dalam hutan mangrove, mereka barangkali menunjukkan pola zonasi berbeda, walaupun sering jelas tumpang tindih antara *Littoraria* spp. Lingkungan mangrove berbeda dengan lingkungan pantai batuan. Sebab *Littoraria* pada habitat mangrove memiliki struktur tiga dimensi dan sering lebar mangrove sangat jelas baik pola zonasi vertikal maupun pola zonasi horizontal, sedangkan pantai berbatu hanya pola vertikal yang jelas (Reid, 1985). Pantai batuan tropis bergantung pada ekstrim insolasi dan kekeringan, tetapi di hutan mangrove yang menyediakan naungan dan membatasi gerakan udara. Pola zonasi umumnya digambarkan bagi *periwinkle/littorinid* pada pantai berbeda dengan *littorinid* di mangrove. Oleh karena itu, bertolak dari latar belakang pemikiran terhadap kajian aspek strategi ekologi *Littoraria scabra* ekosistem mangrove di atas, dirumuskan masalah, sebagai berikut : Bagaimana signifikansi ekologi *L. scabra* untuk hidup di lingkungan mangrove yang ekstrim.

METODE PENELITIAN

Penentuan lokasi penelitian berdasarkan pada penelitian-penelitian yang dikerjakan sebelumnya dan survei-survei lapangan yang terakhir untuk mendapatkan gambaran habitat-habitat

mangrove dan pola-pola zonasi *Littoraria scabra* yang belum ditetapkan sebelumnya. Lokasi studi di mangrove Tombariri dipilih karena keunikan *Littoraria scabra* yang dominan di hutan *Sonneratia ovata*, (zonasi depan) berhadapan dengan laut umumnya karakter-karakter pertumbuhan vegetasi ini ke arah horizontal akibat ombak yang kuat, kecuali beberapa individu bertumbuh ke arah vertikal dan masih banyak vegetasi-vegetasi pionier yang ditemukan dibandingkan hutan-hutan mangrove di tempat lain. Giesen dkk. (2006) menyatakan bahwa *Sonneratia ovata* adalah salah satu dari ke-14 yang termasuk jenis mangrove yang langka. Hutan mangrove *Sonneratia ovata* merupakan satu-satunya habitat mangrove yang masih tertinggal di sepanjang Jalan Tanahwangko.

Dalam rangka untuk mendapatkan observasi yang representatif dari area studi, *Littoraria scabra* yang cukup mewakili populasi pada habitat ekosistem mangrove yang ada dan berdasarkan pada pertimbangan penelitian-penelitian terdahulu yang telah dikerjakan, maka dipilih lokasi penelitian *Littoraria scabra* yang terdapat di kawasan ekosistem mangrove Tombariri. Di samping itu, lokasi penelitian ini mudah diakses karena terletak di sekitar jalan Tanahwangko yang merupakan jalan trans-Sulawesi (Lampiran 1).

Deskripsi lokasi penelitian di kawasan mangrove Tombariri, umumnya ditemukan *Rhizophora* sp., *Avicennia* sp. dan *Sonneratia* sp. Kondisi kawasan mangrove ini tidak terlalu padat dan lebar, agak sempit, yang memanjang dari Mokupa Tasikria, Elu dan Tambala. Kondisi mangrove tergolong species *oseanik* di mana karakter airnya bersih, pinggiran-pinggiran mangrove yang sempit ditandai dengan sedimen pasir, pantai karang atau pantai batuan dan

relatif terekspos. Zonasi mangrove yang berbatasan dengan laut terbuka, didominasi *Littoraria scabra* yang menempel pada mikrohabitat akar, batang dan cabang. Umumnya *Littoraria scabra* berlimpah ke arah pinggir-pinggiran laut di mana genera *Sonneratio*, *Avicennia* dan *Rhizophora* adalah dominan yang menyediakan habitat-habitat utama bagi genera *Littoraria* termasuk *Littoraria scabra*.

Analisis Signifikansi Ekologi Keong *Littoraria scabra*

Pola penyebaran :

$$I_d = n \sum X^2 - N / N (N - 1)$$

Keterangan :

I_d = Indeks Morisita

n = Jumlah plot

N = Jumlah total individu dalam total n plot

Kriteria pola penyebaran dikelompokkan sebagai berikut :

Jika Nilai $I_d < 1$: tergolong seragam

Nilai $I_d > 1$: tergolong mengelompok

Nilai $I_d = 1$: tergolong acak

Selanjutnya diuji dengan Khi-Kuadrat pada taraf kepercayaan 0,05 dengan menggunakan rumus :

$$X^2 = n \sum X^2 N / N - N$$

Keterangan :

n = Jumlah plot

N = Jumlah total individu dalam total n plot

$\sum X^2$ = Kuadrat jumlah individu per plot untuk total n plot

Nilai Khi-kuadrat hasil perhitungan yang diperoleh kemudian dibandingkan dengan nilai Khi-kuadrat tabel statistik pada tingkat

kepercayaan 95 % ($\alpha = 0,05$) dengan derajat bebas adalah $n - 1$. Jika nilai X^2 lebih besar dari nilai tabel, maka pola sebaran mengelompok yang signifikan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Signifikansi ekologi *L. scabra* untuk survival di lingkungan mangrove yang ekstrim

Berdasarkan Tabel 1, hasil analisis *Littoraria scabra* menunjukkan pola penyebaran mengelompok spasial baik vegetasi *Sonneratio ovata*, *Avicennia marina* dan *Rhizophora apiculata*, sebagai berikut.

Pada Tabel 2, menunjukkan perbedaan tingkat pengelompokan individu *L. scabra* pada berbagai mikrohabitat batang, cabang dan akar mangrove *Sonneratio ovata*, *Avicennia marina* dan *Rhizophora apiculata*.

Pola zonasi *Littoraria scabra* di habitat mangrove ditemukan hanya pada zonasi mangrove depan yang berhadapan dengan laut dan tengah mangrove, terutama *Littoraria scabra* secara vertikal pada habitat *Sonneratio*. *L. scabra* adalah tergolong zonasi tiga dimensi (zonasi vertikal, zonasi horizontal dan tinggi pasang) pada pohon mangrove (Berry, 1972). Keunikan hidup eksklusif pada pohon mangrove dan spesifik asli hidup pada pohon mangrove (Plaziat, 1984).

Dengan demikian sejak larva menetap pada pohon mangrove, maka seluruh kehidupan dewasa sangat bergantung pada pohon mangrove sebagai inangnya (Reid, 1984, Lalita, 1985; Lee, 2001). *L. scabra* hidup pada pohon mangrove, yakni Malaysia, Australia tropis, New Caledonia, Madagaskar, Mozambique, Afrika Selatan dan Sinai (Plaziat, 1984). Oleh karena itu, tipikal *L. scabra* yang hidup eksklusif di pohon mangrove

menyangga pendapat (Budiman, 1991; Rusnaningsih, 2012) penghuni mangrove *L. scabra* tergolong moluska (gastropoda) fakultatif artinya jenis-jenis

moluska (gastropoda) sebagai salah satu tempat hidupnya; dengan demikian pendapat ini perlu ditinjau lagi

Tabel 1. Pola penyebaran *Littoraria scabra* depan dan tengah, jenis mangrove, substrat berdasarkan indeks Morisita di mangrove Tombariri

St	Zona	Substrat	Jenis Mangrove	I_d	Pola sebaran	X_2^{hit}
Mokupa	Depan	bark*	<i>S.ovata</i>	4,82	Mengelompok	101,14 **
	Depan	batang	<i>S.ovata</i>	2,05	Mengelompok	607,58**
	Depan	cabang	<i>S.ovata</i>	7,01	Mengelompok	324,31**
	Tengah	bark	<i>S.ovata</i>	3,42	Mengelompok	292,59**
	Tengah	batang	<i>S.ovata</i>	3,86	Mengelompok	245,90**
	Tengah	cabang	<i>S.ovata</i>	3,30	Mengelompok	62,00*
	Tengah	bark	<i>A.marina</i>	3,52	Mengelompok	197,61**
	Tengah	batang	<i>A.marina</i>	3,20	Mengelompok	68,00*
	Tengah	bark	<i>R.apiculata</i>	3,66	Mengelompok	167,75**
	Tengah	akar	<i>R.apiculata</i>	3,84	Mengelompok	127,74**
Elu	Depan	bark	<i>S.ovata</i>	3,57	Mengelompok	674,61**
	Depan	batang	<i>S.ovata</i>	3,69	Mengelompok	521,56**
	Tengah	bark	<i>S.ovata</i>	4,09	Mengelompok	444,53**
	Tengah	cabang	<i>S.ovata</i>	5,80	Mengelompok	403,54**
	Tengah	bark	<i>A.marina</i>	6,22	Mengelompok	344,31**
	Tengah	batang	<i>A.marina</i>	4,27	Mengelompok	94,80*
	Tengah	bark	<i>R.apiculata</i>	4,09	Mengelompok	235,08**
	Tengah	akar	<i>R.apiculata</i>	3,96	Mengelompok	80,00*
Tambala	Depan	bark	<i>S.ovata</i>	3,47	Mengelompok	657,85**
	Depan	batang	<i>S.ovata</i>	4,02	Mengelompok	668,43**
	Depan	cabang	<i>S.ovata</i>	3,33	Mengelompok	109,50**
	Tengah	bark	<i>S.ovata</i>	3,29	Mengelompok	415,92**
	Tengah	batang	<i>S.ovata</i>	4,23	Mengelompok	396,15**
	Tengah	cabang	<i>S.ovata</i>	4,25	Mengelompok	77,96*
	Tengah	bark	<i>A.marina</i>	3,14	Mengelompok	233,64**
	Tengah	batang	<i>A.marina</i>	3,92	Mengelompok	230,50**
	Tengah	bark	<i>R.apiculata</i>	3,41	Mengelompok	272,21**
	Tengah	akar	<i>R.apiculata</i>	4,49	Mengelompok	146,63**

Mangrove lingkungan tiga dimensi dengan vertikal (ke atas pohon) dan horizontal (dari laut ke arah darat) pola-pola distribusi, keduanya dihubungkan ke level-level pasang. *Littoraria scabra* sangat mobil, migrasi vertikal ke arah bawah untuk makan pada level-level bagian lebih rendah pada vegetasi. Alfaro (2007) menyatakan di bagian bawah terutama akar mangrove sangat berlimpah makanan bagi *L. scabra*. Di

samping itu, *L. scabra* bergerak ke arah bawah secara vertikal untuk memijah dan naik ke atas secara vertikal untuk menghindari penenggelaman oleh air pasang (Reid, 1984). Pola distribusi horizontal *Littoraria scabra* dari depan ke arah tengah mangrove. Migrasi horizontal *Littoraria scabra* antara pohon sangat terbatas, sebab kebanyakan keong tidak mampu merangkah pada permukaan lumpur (Reid).

Tabel 2. Perbedaan tingkat pengelompokan individu *L.scabra* pada berbagai mikrohabitat substrat batang, cabang dan akar jenis mangrove

Jenis mangrove	Tingkatan Kelompok	Frekuensi
Mikrohabitat substrat batang <i>Sonneratia ovata</i>		
	2 - 6	30
	7 - 11	7
	12-16	3
	17-21	2
	22-26	1
Mikrohabitat substrat cabang <i>Sonneratia ovata</i>		
	2- 6	21
	7 - 11	7
	12-16	4
Mikrohabitat substrat batang <i>Avicennia marina</i>		
	2- 6	18
	7-11	6
	12-16	3
	17-21	1
	22-26	1
Mikrohabitat substrat batang <i>Avicennia marina</i>		
	2 - 6	12
	7 - 11	4
	12-16	2
Mikrohabitat substrat akar <i>Rhizophora apiculata</i>		
	2-6	13
	7-11	3
	12-16	2

Keseluruhan *L. scabra* menunjukkan pola distribusi mengelompok yang signifikan sesuai dengan indeks Morisita. Hasil penelitian ini konsisten yang ditemukan pada lokasi mangrove yang sama (Lalita, 1985). Baik indeks Morisita dari penyebaran dan kelangsungan hidup adalah lebih rendah termasuk aturan agregasi daripada tanpa indeks penyebaran dan kelangsungan, apakah termasuk evolusi langsung atau evolusi artifisial dalam simulasi penyebaran (Stafford *et al.*, 2008).

Chapperon (2012) menyatakan bahwa observasi-observasi awal dilakukan pada 60 individu *L. scabra* diikuti selama dua hari berturut-turut yang menunjukkan bahwa gerakan dan tingkah laku mengelompok *Littoraria scabra* tidak berbeda antara pasang dan surut serta antara siang dan malam; dengan demikian, mengeliminasi dampak potensi *circatidal* dan *circadian rhythms* pada observasi-observasi. Akhirnya, sebagaimana *Littoraria scabra* mengikuti jejak dilaporkan memberi dampak pada pengelompokan individu (Alfaro, 2007). Suatu individu dipandang mengelompok ketika ada kontak antar cangkang keong dengan sesama species. Leung (2012) menyatakan untuk mempelajari pola distribusi keong-keong dengan parameter penilaian dengan indeks agregasi Morisita atau Pieolu, proporsi pembentukan kelompok keong-keong ≥ 3 individual dan rata-rata jumlah keong dalam masing-masing agregasi. Dalam penelitian ini tingkat pengelompokan, dicatat 20 pengamatan terhadap kelompok individu yang dominan antara 3-4 ada 8 kelompok, 5-7 individu ada 5 kelompok, 9-11 ada 3 kelompok, 25 individu ada 1 kelompok, 31 individu ada 1 kelompok, 34 individu ada 1 kelompok dan 37 ada 1 kelompok dengan total 7 kelompok dan total keseluruhan individu 217 ; dengan

kisaran agregasi antara 3-37 individu per kelompok pada batang *Sonneratio ovata*. Sementara Chapperon (2012) menyatakan bahwa individu-individu *L. scabra*, 57 % berkelompok pada akar-akar *Rhizophora* sp. Ukuran mengelompok *L. scabra* bervariasi dari 2-26 individu per agregasi. Bahkan umumnya agregasi dibentuk 2-5 individu.

Dalam penelitian ini ditemukan pola penyebaran mengelompok yang signifikan pada *bark* vegetasi *S. ovata*, *A. marina* dan *R. apiculata* dan mikrohabitat-mikrohabitat batang, cabang dan akar vegetasi dari lingkungan mangrove tiga dimensi. Dibandingkan dengan pola penyebaran mengelompok spasial pada dua dimensi di perairan pantai batuan; studi-studi ekologi sebelumnya telah menunjukkan bahwa pola distribusi spasial mengelompok dari moluska pantai batuan, termasuk pemanfaatan mikrohabitat-mikrohabitat dan pembentukan agregasi-agregasi ditentukan oleh efek-efek interaktif sejumlah faktor-faktor lingkungan fisik dan agen-agen biologi (Garrity dan Levings, 1981), faktor-faktor fisik meliputi suhu-suhu lingkungan, gelombang dan gerakan-gerakan pasang (Feare, 1971) dan agen-agen biologi meliputi efek-efek predasi, atraksi intraspesifik dan sejarah-sejarah hidup dari hewan-hewan (Erlandsson dan Kostylev, 1995).

Dalam penelitian pola mengelompok spasial di lapangan, *L. scabra* mengelompok pada celah-celah mangrove, lubang-lubang mangrove, di bawah-bawah akar dan batang di mana mikrohabitat agak basah dan lembab. Tingkahlaku agregasi pada pantai-pantai termasuk habitat mangrove dengan kebanyakan celah menghasilkan agregasi-agregasi kecil dan beberapa agregasi terjadi di luar celah-celah (Stafford, 2002). Pola penyebaran mengelompok dari *Littoraria scabra* lebih besar ditentukan oleh faktor-faktor 'intrinsic' daripada

keragaman lingkungan (Lalita, 1985). Odum dan Barrett (2004) menyatakan bahwa penggelompokan populasi merupakan karakter struktur internal dari kebanyakan populasi. Lebih lanjut dikemukakan bahwa tingkat penggelompokan populasi adalah akibat agregasi populasi oleh respons terhadap habitat lokal yang berbeda, respons terhadap perubahan cuaca harian dan musiman, sebagai hasil proses reproduksi.

Pembentukan pengelompokan, ditentukan oleh efek-efek interaksi dari sejumlah faktor-faktor lingkungan dan agen-agen biologi (Garrity dan Levings, 1981). Faktor-faktor fisik meliputi suhu-suhu lingkungan, ekspos gelombang dan gerakan-gerakan pasang (Feare, 1971); dan agen-agen biologi meliputi efek-efek predasi, atraksi intraspesifik dan sejarah-sejarah hidup hewan-hewan (Chapman, 1998).

Tingkah laku mengelompok umumnya dipikirkan untuk mereduksi stres kekeringan dan stress suhu. Pengelompokan individu-individu *L. scabra*, bahkan, tidak lebih dingin daripada individu tunggal (Chappon, 2012). Konsekuensi dari pengelompokan disarankan bahwa mikrohabitat lembab diciptakan oleh sejumlah mukosa penting yang ada dalam 'patch' yang secara potensial mengurangi stress kekeringan (Garrity dan Leving, 1984). *L. scabra* berkelompok sebagai hasil pencaharian individu bagi suhu-suhu spesifik yang ramah (Chappon, 2012). *L. scabra* berkelompok lebih sering pada saat pasang naik, (Lalita, pers. obs). Chappon (2012) menyatakan bahwa pengelompokan pada saat air naik menyarankan bahwa tingkahlaku mengelompok barangkali secara potensial mereduksi resiko terlepas akibat hempasan-hempasan gelombang atau efek predasi oleh kepiting-kepiting selama air naik. Sementara Alfaro (2007) menyatakan bahwa pengelompokan *L. scabra* diperlihatkan mungkin berkaitan

dengan aktivitas-aktivitas makan dan atau reproduksi. Leung (2012) menyatakan bahwa variasi tingkahlaku mengelompok secara individu, barangkali sebagai suatu refleksi keberadaan fisiologis atau kecenderungan individu-individu untuk membentuk kelompok, barangkali refleksi dalam perubahan-perubahan temporal dan spasial dalam pola-pola mengelompok pada pantai, termasuk lingkungan mangrove.

L. scabra mengelompok memberi banyak manfaat dari stres fisik dan biologi; dengan demikian, hewan-hewan menerima proteksi dari stres fisik dan biologi dari pola-pola penyebaran spasial mengelompok (Feare 1971;). Manfaat pengelompokan dari hewan ini berasal dari kecocokan habitat (Garrity dan Levings, 1981) atau hubungan pengelompokan spasial antara individu yang sama species. Keberadaan mengelompok pada permukaan-permukaan terbuka barangkali mereduksi resiko predasi (Coleman *et al.*, 2006). Mikrohabitat- mikrohabitat pelindung seperti celah-celah, permukaan-permukaan vertikal, lobang-lobang pada permukaan sering lebih banyak keong-keong berkelompok, diperlihatkan juga dalam *L. scabra* pada celah-celah, lubang-lubang dan permukaan-permukaan vertikal vegetasi mangrove (Lalita, pers.obs). Reduksi air yang hilang dalam pengelompokan yang tertutup rapat dilaporkan pada berbagai taksa.

Faktor-faktor yang mempengaruhi pembentukan pola-pola spasial distribusi mengelompok keong-keong, termasuk *Littoraria scabra* dipengaruhi oleh faktor-faktor lingkungan spasial dan temporal, seperti suhu (Mohammed, 1999), siklus pasang (kedalaman air) (Moulton, 1962), gerakan gelombang (Feare, 1971), topografi skala kecil (Garrity dan Levings, 1984); faktor-faktor populasi seperti perbedaan-perbedaan genotif / fenotif (Parsons 1997), kebutuhan-kebutuhan

reproduksi ((Feare 1971) dengan orientasi visual (Hamilton 1977), struktur ukuran (Garrity dan Levings 1984), dan faktor-faktor tingkahlaku seperti durasi aktivitas (Garrity dan Levings 1984), fase aktivitas/nonaktivitas dengan khemoresepsi (Croll 1983) dan manfaat-manfaat pengelompokan keong-keong termasuk *L. scabra* seperti reduksi stress fisik menghindari pelepasan (Stafford 2002), menghindari predasi (Garrity dan Levings 1981), fasilitasi pencaharian mating (Feare 1971) dan rangsangan pertumbuhan alga (Davies et al. 1992).

Pola-pola distribusi spasial mengelompok *L. scabra* yang berbeda dipengaruhi oleh substrat basah akibat pengaruh pasang, salinitas, energi gelombang, cahaya, tipe substrat, hubungan-hubungan predasi-kompetisi, pola-pola distribusi larva dan distribusi makanan adalah faktor-faktor yang paling penting mengontrol distribusi molluska mangrove (Plaziat, 1984; Reid, 1985). Ditambahkan, Hamilton (1978) melaporkan bahwa gastropoda-gastropoda mobil pun dibandingkan organisme yang bergerak rendah, terbatas ke bagian tengah intertidal dan zona supralittoral selama periode-periode singkat dari perubahan pasang yang jelas dalam zona intertidal. Itu nampak bahwa distribusi-distribusi dipengaruhi oleh perubahan-perubahan asosiasi dengan kondisi udara dan terestial, sebab itu lamanya terekspos ke udara kebanyakan waktu, dan ditutupi oleh air laut hanya selama periode yang singkat pada pasang tinggi (Little and Stirling, 1984).

Efek pasang tinggi pada distribusi. Itu bukti bahwa pasang mempunyai efek yang signifikan pada distribusi vertikal species gastropoda yang memanjat mangrove. Semua menunjukkan beberapa derajat variasi sesuai level maksimum. Blanco *et al.* (1995) menyarankan bahwa keong-keong littorinid menunjukkan posisi-posisi vertikal yang berbeda sesuai dengan perubahan-perubahan dalam

level-level maksimum pasang. Umumnya, kita percaya bahwa moluska-moluska yang memanjat akan bergerak ke arah bawah ke zona bagian lebih bawah sebagaimana progresif dengan siklus pasang dan bulan terhadap surut terendah dan merangkah ke atas sebagaimana progress siklus ke pasang tinggi. Walaupun, gerakan-gerakan ini terbatas, menghasilkan nonfase antar distribusi-distribusi intertidal moluska dan variasi-variasi level-level maksimum air keseluruhan bulan pasang. Dengan demikian, keong-keong mungkin melanjutkan substrat basah secara optimal sesuai dengan kondisi-kondisi fisiologinya tetapi osilasi-osilasi pasang terjadi lebih cepat daripada keong-keong bergerak. Perubahan-perubahan temporal dan perubahan vertikal dalam substrat basah, salinitas, energi gelombang dan distribusi makanan (epifite) bervariasi dengan siklus-siklus pasang-bulan di mana mempengaruhi zonasi vertikal moluska mangrove (Plaziat, 1984).

Untuk mengatasi efek-efek kekeringan atau pemanasan, littorinid-littorinid menunjukkan adaptasi-adaptasi tingkahlaku seperti menarik tubuhnya ke dalam cangkang. Makna ini, makin kompleks struktur hutan-hutan mangrove, makin besar keragaman penyanggah mikrohabitat terhadap suhu. Distribusi vertikal *L. scabra* menunjukkan variasi yang kuat antar lokasi studi. Itu lebih berkaitan terhadap faktor-faktor seperti distribusi makanan (epifite) dan seleksi mikrohabitat. Beberapa faktor yang lain seperti gangguan gelombang yang berbeda dan predasi sepanjang gradient vertikal ditemukan mempengaruhi distribusi gastropoda-gastropoda yang memanjat vertikal (McGuinness, 1994). Distribusinya mungkin diakibatkan oleh osilasi-osilasi pasang tetapi pola umum ini dapat juga dipengaruhi oleh gangguan-gangguan alamiah dan manusia yang mempengaruhi variabel-variabel

lingkungan seperti suhu dan konsentrasi oksigen.

Adaptasi keong-keong termasuk *L. scabra* terhadap berbagai mikrohabitat dalam lingkungan intertidal dan mangrove yang keras. Keong-keong littorinid termasuk *L. scabra* yang tinggi barangkali menemukan kelembaban, tempat berlindung yang dingin dalam celah-celah, alga (McMahon dan Russell-Hunter, 1977), celah-celah mangrove (Chapperon, 2012); tide pools (Russell-Hunter, 1977), atau kelompok individu species yang sama (Moulton, 1962). Keong-keong termasuk *L. scabra* pada zona intertidal mangrove yang tinggi dalam mikrohabitat-mikrohabitat ini tidak bergantung ke suhu yang sama dan stres kekeringan sebagaimana species terekspose secara langsung ke matahari. Species terbatas ke tempat perlindungan sering memiliki resistensi kekeringan yang rendah dan toleransi-toleransi suhu daripada diharapkan dalam hubungan dengan posisinya terhadap pantai (Newell, 1979). Dengan demikian, penentu-penentu adaptasi-adaptasi resistensi organisme intertidal dibaurkan oleh asesibilitas mikrohabitat yang punya peranan sentral dalam penentuan distribusi batas atas species littoral (Newell, 1979). Kontras, studi-studi yang lain menunjukkan bahwa pola-pola tingkahlaku, sebagaimana species berikut : fototaksis, geotaksis, kemotaksis, migrasi-migrasi vertikal dengan pasang, gerakan-gerakan berkaitan dengan arus-arus air laut, spesialisasi terhadap zonasi spasial dalam gastropoda (Newell, 1979).

Species *Littoraria scabra* ini; menjadi kelompok species, yang mempunyai kemampuan dengan variasi bentuk-bentuk tubuh bagi perubahan morfologi dan fisiologi terhadap gradien lingkungan mangrove (*clines of closely related forms*) (Rosewater, 1970). Variasi bentuk-bentuk tubuh terhadap lingkungan yang ekstrim memungkinkan *Littoraria*

scabra dapat survival bagi lingkungan mangrove yang keras. Lebih lanjut dikemukakan bahwa variasinya yang terjadi secara acak ke seluruh kisaran geografiknya.

Adaptasi yang nampak dari kemampuan *Littoraria scabra* untuk berhasil mengeksploitasi dan mengatasi habitat-habitat mangrove tiga dimensi yang keras meliputi arsitek cangkang, *polymorphism* warna cangkang, perkembangan ovovivipar, ritme-ritme aktifitas, plastisitas dari gigi radula dan makanannya kosmopolitan (Reid, 1989;); jadi signifikan adaptif dari berbagai kemampuan untuk memanfaatkan habitat-habitat mangrove yang keras, memungkinkan *Littoraria scabra* mampu mengatasi lingkungan habitat mangrove yang keras. Walaupun keberadaan *Littoraria scabra* di atas air laut, species ini jarang hidup di bawah air dan pola aktivitas dikendalikan terutama oleh pasang naik, hujan dan embun, udara dingin malam hari, dan kelembaban (Alfaro 2007). *L. scabra* telah berevolusi biasanya hidup di atas air dengan bernafas dengan insang, telah berkembang dengan adaptasi hidup di udara bebas dengan berbagai pelipatan tubuh pada mantel, memungkinkan *L. scabra* dapat mengatasi hidup pada lingkungan mangrove yang keras.

TAC sebesar 13.044,36 ton/tahun.

DAFTAR PUSTAKA

- Alfaro, A. C. 2007. Migration and trail affinity of snails, *Littoraria scabra*, on mangrove trees of Nanau-ira, Fiji Islands. *Marine and Freshwater Behaviour and Physiology*, 40: 247-255.
- Berry, A. J. 1972. The natural history of the West Malaysian mangrove faunas. *Malayan Nature Journal* 25: 135-162

- Blanco, J. F. A. Bejarano, J. M. Diaz, F. Zapata and J. R. Cantera. 1995.** Distribución vertical del género *Littorina* en manglares de la bahía de Buenaventura. Pages: 291–299 in J. D. Restrepo and J. R. Cantera, eds., Delta del río San Juan Bahías de Málaga y Buenaventura, Pacífico colombiano,
- Budiman, A. 1991.** Penelaahan beberapa gatra ekologi moluska Bakau Indonesia. Disertasi tidak dipublikasi. Fakultas Pascasarjana. Universitas Indonesia.
- Cantera, J., Arnaud, P. and B.A. Thomassin. 1983.** Biogeographical and ecological remarks on molluscan distribution in mangrove biotopes.1. Gastropods. *Journal of Molluscan Studies (Supplement)* 12A: 10-26.
- Chapman, MG. 1998.** Variability in trail-following and aggregation in *Nodilittorina unifasciata* Gray. *J Exp Mar Biol Ecol* 224:49-71
- Chappon C. 2012.** On the importance of behavioural adaptations in thermally challenged intertidal ectotherms : implications for climate change studies. *Unpublished Thesis, PhD*, Flinder University, Australia.
- Christensen, J. T. 1998.** Diet in *Littoraria*. *Hydrobiologia* 378, 235-236.
- Coleman, RA, S.J. Hawkins and H.L. Wood. 2006.** Testing the benefits of aggregation: the limpet *Patella vulgata* shows no evidence of synchrony in gonad development. *Mar Ecol Prog Ser* 306:201-207
- Croll, R.P. 1983.** Gastropod chemoreception. *Biological Reviews* 58: 293-319
- Davies, M. S., S.J. Hawkins and H. D. Jones. 1992.** Pedal mucus and its influence on the microbial food supply of two intertidal gastropods, *Patella vulgata* L. and *Littorina littorea* (L.). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 161, 57–77.
- Erlandsson, J. and V. Kostylev . 1995.** Trail following, speed and fractal Dimension of movement in a marine prosobranch, *Littorina littorea*, during a mating and a non-mating season. *Marine Biology* 122: 87-94.
- Feare, C. J. 1971.** The adaptive significance of aggregation behaviour in the Dogwhelk *Nucella lapillus* (L.). *Oecologia* 7:117-126
- Garrity, S.D. 1984.** Some adaptations of gastropods to physical stress on a tropical rocky shore. *Ecology*, 65: 559-574.
- Garrity, S.D. and S.C. Levings. 1984.** Aggregation in a tropical neritid. *Veliger* 27:1-6
- Giesen, W., Wulfraat, S., Zieven, M., and L. Scholten. 2006.** Mangrove Guidebook for Southeast Asia. RAP Publication 2006/07. Bangkok, Thailand, FAO regional

office for Asia and the Pacific and Wetlands international. ISBN 974-7946-85-8

Hamilton, P.V. 1977. Daily movements and visual location of plant stems by *Littorina irrorata* (Mollusca: Gastropoda). *Mar Freshw Behav Physiol* 4:293-304

Jensen, P. D. 2000. Growth, diet and activity in the three species of mangrove snails (*Littoraria*). *Unpublished MSc. Thesis, University of Aarhus.*

Lalita, J.D. 1985. Telaah ekologi populasi gastropoda, *Littorina scabra* di daerah Hutan Bakau, Sarani Matani, Kecamatan Tombariri, Kabupaten Minahasa. *Tesis tidak dipublikasi* Fakultas Perikanan Universitas Sam Ratulangi Manado

Lalita, J. D. 1996. *The ecological study of mangrove Littorinid snail Littoraria scabra (Gastropoda : Littorinidae) at Minahasa Mangal. Presented in Seminar Laboratory of Ecology Department of Biology The University of The Ryukyus.*

Lalita, J.D. 1997. Temporal and spatial variation in the community of the gastropods inhabiting a Subtropical intertidal flat Okinawa with its – environment relationship. *Unpublished Degree of Master of Science.* The Graduate School of Science of the University of Ryukyus.

Lee, H.K. 2001. The feeding ecology of *Littoraria* species in Hong Kong mangrove, *Unpublished PhD* at the University of Hong Kong.

Leung, N. 2012. Spatial dispersion patterns of *Planaxis sulcatus*: patterns and consequences, for the degree of Doctor of Philosophy at The University of Hong Kong

Lewis, J.R. 1972. *The ecology of rocky shores.* University Press, Ltd, London.

Little, C. And P. Stirling. 1984. Activation of a mangrove snail, *Littorina scabra scabra* (L.) (Gastropoda : Prosobranchia). *Australia Journal of Marine and Freshwater Research* 35: 607-610.

McMahon, R.F., and Russell-Hunter. 1977. Temperature relations of aerial and aquatic respiration in littoral snails in relation to their vertical zonation. *Biol. Bull.* 152, 182–198.

McGuinness, K. A. 1994. The climbing behavior of *Cerithidea anticipata* (Mollusca: Gastropoda): the role of physical versus biological factors. *Aust. J. Ecol.* 19: 283–289

Mohammed SZ. 1999. Aspects on clustering and movements of the intertidal gastropod, *Planaxis sulcatus* (Gastropoda/Planaxidae) in the Suez Canal. *Indian J Mar Sci* 28:320-324

Moulton JM. 1962. Intertidal clustering of an Australian gastropod. *Biol Bull (Woods Hole)* 123:170-178

- Newell, R.C. 1979.** Biology of intertidal animals. American Elsevier Publishing Company, Inc., New York.
- Odum, E.P. and Barrett, G.W., 2004.** *Fundamentals of Ecology*, fifth ed. Brooks-Cole, Belmont, CA, 598 pp
- Parsons KE. 1997.** Contrasting patterns of heritable geographic variation in Shell morphology and growth potential in the marine gastropod *Bembicium vittatum*: evidence from field experiments. *Evolution* 51:784-796
- Plaziat, J.C. 1984.** Mollusks distribution in the mangal., In : Por, F.D. and I.Dor. (Ed.),. *Hydrobiology of the mangal : The ecosystem of the of the mangrove Forest*. W.Junk Publ., Boston.
- Reid, D.G. 1984.** The systematics and ecology of the mangrove-dwelling *Littoraria* species (Gastropoda : Littorinidae) in Indo-Pacific, *Unpublished PhD thesis*, James Cook University.
- Reid, D.G. 1985.** Habitat and zonation patterns of *Littoraria* species (Gastropoda : Littorinidae) in Indo-Pacific mangrove forest. *Biological Journal of the Linnean Society* 26:39-68.
- Reid, D.G. 1986.** The littorinid molluscs of mangrove forests in the Indo-Pacific region : The genus *Littoraria*. London : British Museum (Natural History).
- Reid, D.G. 1989.** The comparative morphology, phylogeny and evolution of mthe Gastropod family Littorinidae. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London .Series B* 324: 1–110.
- Rosewater, J. 1970.** The family Littorinidae in the Indo-Pacific. Part I. The subfamily Littorininae. *Indo-Pacific mollusca*, 2, 417–506.
- Rusnaningsih. 2012.** Struktur komunitas gastropoda dan studi populasi *Cerithidea obtusa* (Lamarck 1822) di hutan mangrove Pangkal Babu, Kabupaten Tanjung Jabung Barat, Jambi. Tesis Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Program Pascasarjana, Program Studi Biologi, Depok.
- Stafford R. 2002.** The role of environmental stress and physical and biological interactions on the ecology of high shore littorinids in a temperate and a tropical region. PhD thesis, University of Sunderland

